

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. September 2003 (25.09.2003)

PCT

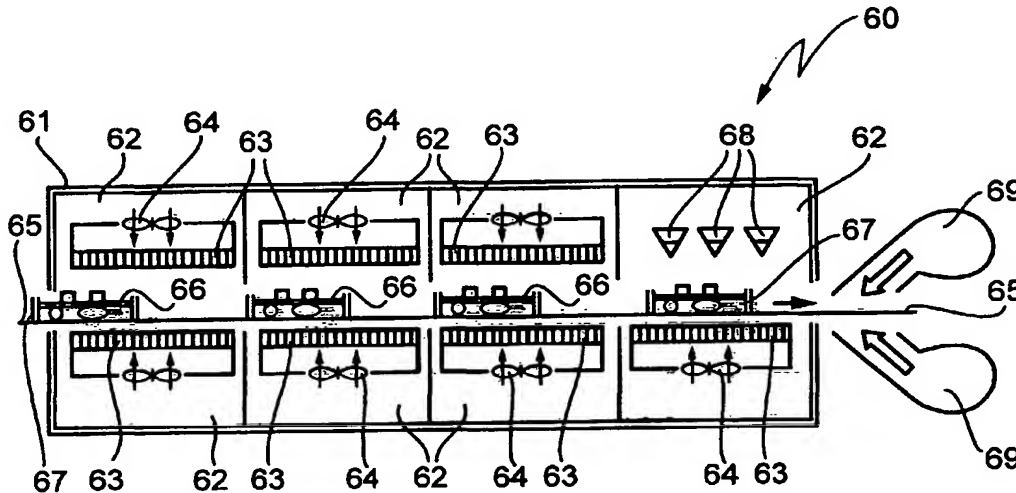
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/079743 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: **H05K 13/00** (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/02627 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BIRGEL, Dietmar**
[DE/DE]; Blumenweg 10, 79650 Schopfheim (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 15. März 2003 (15.03.2003) (74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; c/o Endress + Hauser
Deutschland Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse
6, 79576 Weil am Rhein (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR FITTING OUT AND SOLDERING A CIRCUIT BOARD, REFLOW OVEN AND CIRCUIT BOARD FOR SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESTÜCKEN UND LÖTEN EINER LEITERPLATTE, REFLOWOFEN UND LEITER-PLATTE FÜR EIN SOLCHES VERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a method for fitting out and soldering a circuit board which is fitted with a wired electric component with at least one connection wire or pin and a thermally critical housing for conventional automatic soldering methods or a cover. The invention also relates to a reflow oven for soldering the circuit board and a circuit board for the above-mentioned method. The invention makes it possible to solder the thermally critical component in the reflow oven by using the circuit board for thermal shielding of the thermally critical THT components in relation to the thermal energy which is required for the soldering and acts upon the circuit board. The circuit boards (66) are, for example, placed on a frame (67) and transported through the reflow oven (60), whereby the thermally critical components are arranged on the lower side of the circuit boards (66) facing away from the thermal energy.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/079743 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestücken und Lötten einer Leiterplatte, die mit einem bedrahteten elektrischen Bauteil mit wenigstens einem Anschlussdraht oder -Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Lötverfahren thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung bestückt ist. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Reflowofen zum Lötten der Leiterplatte und eine Leiterplatte für das genannte Verfahren. Die Erfindung ermöglicht das Lötten des thermisch kritischen Bauteils im Reflowofen, indem es die Leiterplatte selbst zur thermischen Abschirmung der thermisch kritischen THT-Bauteile gegenüber der auf die Leiterplatte einwirkenden und für die Lötung erforderlichen Wärmeenergie nutzt. Die Leiterplatten 66 werden dazu beispielsweise auf Rahmen 67 aufgesetzt und derart durch den Reflowofen 60 transportiert, dass die thermisch kritischen Bauteile auf der von der Wärmeenergie abgewandten Unterseite der Leiterplatten 66 angeordnet sind.

Verfahren zum Bestücken und Löten einer Leiterplatte, Reflowofen und Leiterplatte für ein solches Verfahren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestücken und Löten einer Leiterplatte, einen Reflowofen zum Löten der Leiterplatte und eine Leiterplatte für das genannte Verfahren. Insbesondere betrifft die Erfindung solche Leiterplatten, die mit einem bedrahteten elektrischen Bauteil mit wenigstens einem Anschlussdraht oder -Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Lötverfahren thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung bestückt sind.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass heute angestrebt wird, das Bestücken bzw. Löten von Leiterplatten so weit es geht maschinell ausführen zu lassen, um Herstellungskosten und Aufwand zu optimieren.

Die derzeit bekanntesten maschinellen Lötverfahren zum Löten von elektrischen und elektronischen Bauteilen auf einer Leiterplatte sind das sogenannte Wellenlöten und das sogenannte Reflowlöten. Diese beiden Verfahren sind im Vergleich mit anderen herkömmlichen Verfahren der Löttechnik ausführlich im Artikel von Dr.-Ing. Hans Bell, "Gibt es einen Paradigmenwechsel in der Löttechnik", Fachzeitung "VTE - AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNIK IN DER ELEKTRONIK", Heft 6 / Dezember 1999, Seiten 297 bis 301, beschrieben. Darin beschreibt der Autor, in welcher Weise und mit welchen Bauteilen die Leiterplatte entsprechend den einzelnen Lötverfahren zu bestücken ist und wie die Lötungen im einzelnen durchgeführt werden.

Bei den meisten der derzeit erhältlichen Reflowöfen wird ein mehr oder weniger diffuser heißer Gasstrom aus reiner Heißluft oder einem aufgeheizten speziellen Gas senkrecht auf die zu verlötende Leiterplattenoberfläche geleitet. Die Leiterplatten werden bei Eintritt in einen solchen Reflowofen erwärmt und dann in den eigentlichen Arbeits- d.h. Lötbereich transportiert. Übliche Temperaturen im Bereich der zu verlötenden Leiterplattenoberfläche betragen bis zu 220°C bei Verweilzeiten von bis zu 30 s.

Ein großes Problem beim Löten in Reflowöfen stellen heute jedoch jene Bauteile dar, die den thermischen Bedingungen in üblichen Reflowöfen nicht widerstehen und die unter den dort herrschenden Bedingungen verformt oder sogar zerstört werden. So sind beispielsweise Steckverbinder, Flexverbinder, DIP-Switches oder

andere Bauteile, auch Halbleiterbauteile, mit einem Kunststoffgehäuse in handelsüblicher Ausfertigung nicht für die üblichen Reflowöfen geeignet.

Darüber hinaus gibt es noch andere Bauteile oder Komponenten, die auf Leiterplatten verwendet werden und die nicht zum Löten in Reflowöfen geeignet sind, weil sie nicht-wärmebeständige Teile, Klebstoffe und/oder Lacke umfassen.

Solche Bauteile, die gegenüber den in Reflowöfen beim Lötvorgang herrschenden Temperaturen nicht beständig sind, können nicht an der kostengünstigen maschinellen Bestückung und Lötung in Reflowöfen teilhaben, sondern erfordern zusätzliche arbeits- und damit kostenintensive Einzel- bzw. Sonderbestückungen in mehreren besonderen Arbeitsgängen.

Es sind zwar für einige dieser Bauteile auch hochtemperaturfeste Ausführungen erhältlich, aber sie sind deutlich teurer als die üblichen Bauteile. Ihre Verwendung ist jedoch häufig unwirtschaftlich, da die eine durch rein maschinelles Bestücken und Löten gewonnenen Kostenersparnis zunichte machen.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Bestücken und Löten einer Leiterplatte, einen Reflowofen und eine Leiterplatte für ein solches Verfahren zu schaffen, die es erlauben, auch solche Bauteile, die an sich gegenüber den in Reflowöfen beim Lötvorgang herrschenden Temperaturen nicht beständig sind, in einem maschinellen Lötvorgang zu verwenden, ohne dass aufwendige und kostenintensive Einzelbestückungen und/oder manuelle Einzellötungen erforderlich sind.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung gelöst durch eine erste Variante eines Verfahrens zum Bestücken und Löten einer Leiterplatte mit einer ersten und einer zweiten Seite und mit wenigstens einem bedrahteten elektrischen Bauteil ("THT-Bauteil") mit wenigstens einem Anschlussdraht oder Anschluss-Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Löttechnik thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung, welches Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

a) auf der ersten Seite der Leiterplatte wird das THT-Bauteil bestückt und dessen Anschlussdraht bzw. Anschluss-Pin von der ersten Seite her durch eine Bohrung

gesteckt, so dass er auf der zweiten Seite der Leiterplatte im Bereich einer mit einer Lotpaste bedruckten Lötkontaktfläche herausgeführt ist; und

b) zur Lötung wird die derart bestückte Leiterplatte in einen Reflowofen gegeben, wobei die mit dem THT-Bauteil bestückte erste Seite wenigstens teilweise von einer die Lötung bewirkenden Wärme- oder Energiezufuhr im wesentlichen abgeschirmt ist.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung auch gelöst durch eine zweite Variante eines Verfahrens zum Bestücken und Löten einer Leiterplatte mit einer ersten und einer zweiten Seite und mit wenigstens einem bedrahteten elektrischen Bauteil ("THT-Bauteil") mit wenigstens einem Anschlussdraht oder Anschluss-Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Löttechnik thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung, welches Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

a) auf der ersten Seite der Leiterplatte wird das THT-Bauteil bestückt und dessen Anschlussdraht bzw. Anschluss-Pin von der ersten Seite her durch eine Bohrung gesteckt, so dass er auf der zweiten Seite der Leiterplatte im Bereich einer mit einer Lotpaste bedruckten Lötkontaktfläche herausgeführt ist; und

b) zur Lötung wird die derart bestückte Leiterplatte in einen Reflowofen gegeben, wobei die mit dem THT-Bauteil bestückte erste Seite thermisch von der zur Lötung auf die zweite Seite der Leiterplatte einwirkenden Wärme- oder Energiezufuhr getrennt ist und wobei durch geeignete Mittel ein Temperaturunterschied zwischen der ersten und der zweiten Seite von wenigstens 28°C einstellbar ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung wird für eine Bestückung der zweiten Seite der Leiterplatte mit wenigstens einem SMD-Bauteil auf dafür vorgesehene Lötkontaktflächen Lotpaste aufgebracht und nach Bestücken der zweiten Seite der Leiterplatte mit dem SMD-Bauteil dieses zusammen mit dem Anschlussdraht des THT-Bauteils in einem Arbeitsschritt im Reflowofen verlötet.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auch die erste Seite der Leiterplatte mit wenigstens einem SMD-Bauteil bestückt.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform Verfahrens nach der Erfindung umfasst folgende Verfahrensschritte:

- a) drucken von Lotpaste auf die erste Seite der Leiterplatte;
- b) bestücken der ersten Seite mit SMD-Bauteilen;
- c) löten der SMD-Bauteile der ersten Seite im Reflow-Ofen;
- d) bestücken der ersten Seite mit wenigstens einem THT-Bauteil;
- e) drucken von Lotpaste auf die zweite Seite;
- f) bestücken der zweiten Seite mit SMD-Bauteilen und
- g) löten von SMD-Bauteilen der zweiten Seite und dem bzw. der THT-Bauteile im Reflow-Ofen.

Weitere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens betreffen eine Konfektionierung von Anschlussdrähten der THT-Bauteile vor dem Drucken der Lotpaste auf die zweite Seite der Leiterplatte.

Noch andere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens betreffen eine Befestigung von THT-Bauteilen auf der Leiterplatte

Noch eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung umfasst folgende Verfahrensschritte:

- a) drucken von Lotpaste auf die erste Seite;
- b) auftragen von Klebstoff auf mit THT-Bauteilen zu bestückenden Stellen der ersten Seite;
- c) bestücken der ersten Seite mit SMD-Bauteilen;
- d) bestücken der ersten Seite mit THT-Bauteilen;
- e) löten der SMD-Bauteile der ersten Seite im Reflow-Ofen;
- f) drucken von Lotpaste auf die zweite Seite;
- g) bestücken der zweiten Seite mit SMD-Bauteilen und
- h) löten der Bauteile der zweiten Seite und der THT-Bauteile im Reflow-Ofen.

Noch eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens betrifft eine Bestückung der Leiterplatte mit wenigstens einem Pin-in-hole-Bauteil (PIH-Bauteil).

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung wird die mit dem oder den THT-Bauteilen bestückte erste Seite der

Leiterplatte im Reflow-Ofen im wesentlichen durch die Leiterplatte selbst gegenüber von der zur Lötung auf die zweite Seite einwirkenden Wärme- oder Energiezufuhr abgeschirmt bzw. thermisch getrennt ist.

Noch eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung betrifft eine horizontale Anordnung der Leiterplatte beim Durchfahren des Reflow-Ofen wobei sich das bzw. die zu verlötenden und thermisch kritischen THT-Bauteile unterhalb der Leiterplatte befinden.

Wieder eine andere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darauf gerichtet, dass im Reflow-Ofen beim Löten der zweiten Seite die erste Seite der Leiterplatte gekühlt wird.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sind im Reflow-Ofen jene Bereiche der Leiterplatte, die wegen eines Leiterplattenlayouts zu überdurchschnittlicher Aufnahme von Wärmeenergie neigen, von einer die Wärmeenergieaufnahme verhindernden oder -verzögernden Abdeckung abgedeckt werden.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sind im Reflow-Ofen jene Bereiche der Leiterplatte, wo eine überdurchschnittliche Aufnahme von Wärmeenergie erwünscht ist, von einer eine Aufnahme von Wärmeenergie verbessernden Abdeckung bedeckt.

Die oben genannte Aufgabe wird nach der Erfindung weiterhin gelöst durch eine erste Variante eines Reflow-Ofen zum Löten einer Leiterplatte mit einer ersten und einer zweiten Seite und mit wenigstens einem bedrahteten elektrischen Bauteil ("THT-Bauteil") mit wenigstens einem Anschlussdraht oder Anschluss-Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Löttechnik thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung, wobei die mit dem THT-Bauteil bestückte erste Seite der Leiterplatte beim Löten der zweiten Seite der Leiterplatte im Bereich einer mit einer Lotpaste bedruckten Lötkontaktfläche herausgeführten Anschlussdrahts des THT-Bauteils von einer die Lötung bewirkenden Wärme- oder Energiezufuhr abgeschirmt ist.

Die oben genannte Aufgabe wird nach der Erfindung außerdem gelöst durch eine zweite Variante eines Reflow-Ofen zum Löten einer Leiterplatte mit einer ersten

und einer zweiten Seite und mit wenigstens einem bedrahteten elektrischen Bauteil ("THT-Bauteil") mit wenigstens einem Anschlussdraht oder Anschluss-Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Löttechnik thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung, wobei die mit dem THT-Bauteil bestückte erste Seite der Leiterplatte beim Löten der zweiten Seite der Leiterplatte im Bereich einer mit einer Lotpaste bedruckten Lötkontaktfläche herausgeführten Anschlussdrahts des THT-Bauteils von einer die Lötung bewirkenden Wärme- oder Energiezufuhr getrennt ist und wobei durch geeignete Mittel ein Temperaturunterschied zwischen der ersten und der zweiten Seite von wenigstens 28°C einstellbar ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform eines Reflow-Ofen nach der Erfindung wird die mit dem oder den THT-Bauteilen bestückte Seite der Leiterplatte im wesentlichen durch die letztere selbst im Reflow-Ofen von der die Lötung bewirkenden Wärme- oder Energiezufuhr abgeschirmt bzw. thermisch getrennt ist.

Bei eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reflowofens ist darin eine Kühleinrichtung vorgesehen, mittels der die mit dem oder den THT-Bauteilen bestückte Seite der Leiterplatte beim Lötvorgang gekühlt wird.

Noch eine andere Ausführungsform des Reflowofens nach der Erfindung weist wenigstens eine Infrarot-Strahlenquelle auf, die eine die Lötung bewirkenden Energie liefert.

Die oben genannte Aufgabe wird auch gelöst von einer Leiterplatte für eines der oben genannten Verfahren nach der Erfindung, wobei die Leiterplatte so konzipiert bzw. ausgeführt ist, dass sie bei von außen auf die Leiterplatte einwirkender Wärmeenergie lokal vorgebbare Bereiche mit überdurchschnittlicher Wärmeenergieaufnahme ermöglicht.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leiterplatte betrifft eine innere Schicht der Leiterplatte, die so konzipiert bzw. ausgeführt ist, dass sich in den Bereichen gewünschter überdurchschnittlicher Wärmeenergieaufnahme jeweils ein großflächiger, metallischer und/oder elektrisch leitender Teil befindet.

Die Erfindung beruht auf der Idee, die thermisch empfindlichen Bauteile beim Durchlaufen des Reflowofens so anzuordnen, dass sie gegenüber der auf die zu

lötende Leiterplattenoberfläche einwirkende Wärme- oder Energiezufuhr im wesentlichen abgeschirmt sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Abschirmung auf einfachste Weise durch die Leiterplatte selbst erreicht, wobei diese Wirkung bei weiteren bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung durch zusätzliche Abdeckungen und/oder temperaturherabsetzende Maßnahmen unterstützt wird. Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird vorteilhafterweise die abschirmende Wirkung der erfindungsgemäßen Anordnung der Leiterplatte auch durch ein entsprechend gewähltes Design bzw. Layout der Leiterplatte unterstützt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Beispielen bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung und unter Verweis auf eine beigelegte Zeichnung beschrieben. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung von verschiedenen Bauteilen und Baugruppen auf einer üblichen Leiterplatte;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer anderen üblichen Anordnung verschiedener Bauteile auf einer beidseitig bestückten Leiterplatte;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer weiteren üblichen Anordnung verschiedener Bauteile auf einer beidseitig bestückten Leiterplatte;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung vom Ablauf eines heute üblichen Verfahren zur Bestückung und Lötung der Leiterplatte nach Fig. 3;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung eines üblichen Reflowofens;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung vom Ablauf eines bevorzugten Verfahrens nach der Erfindung zur Bestückung und Lötung von Bauteilen;
- Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Reflowofens nach der Erfindung;
- Fig. 8 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Anordnung verschiedener Bauteile auf einer Leiterplatte nach der Erfindung;
- Fig. 9 eine schematische Darstellung einer weiteren bevorzugten Anordnung verschiedener Bauteile auf einer Leiterplatte nach der Erfindung;
- Fig. 10a eine schematische Darstellung einer Anschlussstelle eines Anschlussdrahtes eines Bauteils nach einem üblichen Bestückungs- und Lötvorgang;
- Fig. 10b eine schematische Darstellung einer Anschlussstelle eines Anschlussdrahtes eines Bauteils nach einem Bestückungs- und Lötvorgang nach der Erfindung;

Fig. 11 eine schematische Darstellung einer weiteren Leiterplatte nach der Erfindung beim Lötvorgang mit einer thermischen Abschirmung; und

Fig. 12 eine schematische Darstellung einer weiteren Leiterplatte nach der Erfindung beim Lötvorgang mit einer besonderen Abdeckung.

Zur Vereinfachung sind in der Zeichnung gleiche Geräte, Bauteile oder Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Zur Verdeutlichung der bei einer herkömmlichen Leiterplatte verwendeten Bauteile und der damit verbundenen Probleme aufgrund ihrer unterschiedlichen thermischen Beständigkeit ist in Fig. 1 ein Beispiel einer solchen Leiterplatte 1 schematisch dargestellt. Die folgenden Erklärungen zu bisher verwendeten Leiterplatten, Bestückungs- und Lötverfahren dienen auch dazu, die durch die Erfindung erzielten Fortschritte und Vorteile aufzuzeigen.

Zur Vereinfachung sind nicht die Bauteile als solche gezeigt, sondern durch den Bestückungsaufdruck der Leiterplatte 1 veranschaulicht. Neben hier nicht näher bezeichneten Bauteilen finden sich Trafos 2, Spezialstecker 4 mit großen Gehäusen, Drehschalter 5 und Resistoren 6. Außerdem sind auf der Leiterplatte 1 noch Winkelstecker 7 und Halbleiter-Bauteile in TO-Gehäusen 8 und in DIL-Gehäusen 9 vorgesehen. Die dargestellten Bauteile sind entweder bedrahtete oder solche mit Anschlusspins, bei denen die Anschlussdrähte oder -Stifte durch metallisierte Bohrungen bei den Lötanschlüssen der Leiterplatte 1 hindurchgesteckt werden; sie werden deshalb nachfolgend als "THT-Bauteile" bezeichnet. THT ist die Abkürzung für Through Hole Technique. Solche THT-Bauteile werden üblicherweise im Wellenlotbad oder, wenn sie den dort herrschenden Temperaturen nicht widerstehen oder sich verformen, manuell gelötet. Wie oben bereits beschrieben, ist dies ein sehr kostenintensives Verfahren.

Einige der in Fig. 1 dargestellten Bauteile können aber auch sogenannte PIH-Bauteile sein. PIH ist die Abkürzung für Pin In Hole. Bei solchen Bauteilen werden die Anschlussdrähte oder -Stifte stark gekürzt und so konfiguriert, dass sie in metallisierte und mit Lotpaste bedruckter Sacklochbohrungen bei den Lötanschlüssen der Leiterplatte 1 hineingesteckt werden können.

Sind diese PIH-Bauteile unempfindlich gegenüber den in einem Reflowofen herrschenden Temperaturen und Bedingungen, so können sie dort aufrecht

stehend angeordnet gelötet werden, beispielsweise - falls auch auf der Leiterplatte bestückt - mit SMD-Bauteilen.

Ein anderes Beispiel einer herkömmlichen Leiterplatte ist in Fig. 2 schematisch als Seitenansicht eines Ausschnitts einer Leiterplatte dargestellt. Dieser Leiterplatte 10 ist sowohl auf ihrer ersten Leiterplatten-Seite 11 als auch auf ihrer zweiten Leiterplatten-Seite 12 bestückt. Beispielfhaft dargestellt sind zwei THT-Widerstände 13a, 13b, jeweils einer auf jeder Seite 11, 12 und ein Bauteil mit einem THT-DIL-Gehäuse 14 und einem THT-Winkelstecker. Bekanntermaßen wird bei einer solchen Leiterplatte 10 zunächst die erste Seite 11 mit dem Widerstand 13a, dem DIL-Gehäuse 14 und allen anderen von dieser ersten Seite 11 durchgesteckten THT-Bauteilen bestückt und anschließend in einem Wellenbad zum Beispiel gelötet. Danach werden auf der zweiten Seite der andere THT-Widerstand 13b, der Winkelstecker 15 und andere THT-Bauteile der zweiten Seite 12 bestückt und manuell gelötet. Auch dies ist bekanntermaßen ein sehr teures Verfahren. Wenn ein Bauteil wie der Widerstand 13b in Fig. 2 angeordnet ist, ergibt sich auch noch der Nachteil, dass wenigstens eine der Lötstellen des Widerstands 13b verdeckt ist und nicht kontrolliert werden kann.

In Fig. 3 ist noch eine andere Leiterplatte 20 dargestellt, die mit SMD- und THT-Bauteilen bestückt ist. Auch bei der hier dargestellten Ausschnitt handelt es sich um eine beidseitig bestückte Leiterplatte 20 mit einer ersten 21 und einer zweiten Bestückungsseite 22. So sind beispielsweise auf der ersten Seite 21 THT-Widerstände 23 und ein THT-Winkelstecker 24 und erste SMD-Bauteile 25 und zweite SMD-Bauteile 26 dargestellt. Auf der zweiten Seite 22 der Leiterplatte 20 sind dritte SMD-Bauteile 27 und vierte SMD-Bauteile 28 veranschaulicht.

Auf herkömmliche Weise wird die Leiterplatte 20 nach Fig. 3 entsprechend einem durch Fig. 4 schematisch dargestellten Verfahren hergestellt. Nach einem Auftragen einer Lotpaste 30, vorzugsweise mit einem Druckverfahren, beispielsweise einem Siebdruckverfahren, auf die erste Seite 21 der Leiterplatte 20 (siehe Fig. 3) werden die ersten SMD-Bauteile 26 und die zweiten SMD-Bauteile 27 bestückt. Diese SMD-Bestückung 31 geschieht üblicherweise automatisch durch einen Bestückungsautomaten und mithilfe gegurteter SMD-Bauteile. Nach dem bestücken wird die Leiterplatte 20 im Verein mit anderen zu verlötenden Leiterplatten in einem üblichen Reflowofen gelötet. Ein Beispiel eines solchen Reflowofens ist in Fig. 5 dargestellt und wird nachfolgend noch

beschrieben. Nach dem Löten im Reflowofen wird ein die Leiterplatte gewendet und auf ihrer zweiten Seite 22 an den Stellen, wo die SMD-Bauteile 27 und 28 platziert werden sollen, ein Klebstoffauftrag 33 vorgenommen. Ein nachfolgende Bestückung 34 der dritten und vierten SMD-Bauteile 27 und 28 wird wiederum automatisch vorgenommen. Nach einem Aushärten des Kleber werden die THT-Bauteile und jene bestückt, die entweder nicht vollautomatisch bestückt werden können. Bei der in Fig. 3 dargestellten Leiterplatte sind dies beispielsweise die THT-Widerstände 23, die auf der zweiten Seite 22 verlötet werden sollen.

Zu den sogenannten exotischen Bauteilen zählen auch solche, die wegen ihrer ungleichmäßigen Masseverteilung besonderer Befestigung auf der Leiterplatte bedürfen, da sie beispielsweise durch einen einfachen Klebevorgang nicht ausreichend gegen Kippen fixiert werden können. Diese Bauteile müssen durch mittels Snap-in-Technik oder durch Einsetzen in einen Sockel oder Ähnliches auf der Leiterplatte in ihrer Lage gehalten werden bis die Lötung erfolgt ist oder sogar darüber hinaus. Nach anschließendem Fluxen 37 wird die Leiterplatte 20, üblicherweise zusammen mit anderen Leiterplatten, in ein Wellenlotbad 38 gegeben, wo die in Schritt 36 bestückten Bauteile zusammen mit den SMD-Bauteilen 27 und 28 gelötet werden. falls erforderlich werden die Leiterplatten nach dem Wellenlöten 38 noch einer zusätzlichen Reinigung unterzogen.

Selbst bei diesem in Fig. 4 veranschaulichten und gegenüber den oben beschriebenen manuellen Lötverfahren moderne Verfahren ist es notwendig, die jeweilige Leiterplatte 20 zur Bestückung mit den sogenannten exotischen Bauteilen, die sich einer vollautomatischen Bestückung entziehen, die Leiterplatte bzw. die Leiterplatten aus der eigentlichen automatischen Fertigungslinie zu nehmen. Ein solches, heute verbreitetes Verfahren ist aufwendig und kostenintensiv.

Zur Ergänzung des eben Beschriebenen ist in Fig. 5 ein herkömmlicher Reflowofen 40 dargestellt, der im Vergleich zu einem später beschriebenen und in Fig. 7 dargestellten Reflowofen 60 nach der Erfindung kurz erläutert wird. Ein solcher Reflowofen 40 umfasst im wesentlichen ein Gehäuse 41, das in seinem Innern in mehrere Kammern 42 unterteilt ist, um dort eine bessere Temperaturkontrolle und Konvektion in den einzelnen Kammern 42 und ein gezieltes Aufheizen und Löten von Leiterplatten 46 zu ermöglichen. Üblicherweise ist jede der Kammern 42 mit einem Wärmetauscher und eine Gebläse 44

versehen und zwar ober- und unterhalb eines Transportbandes 45 auf dem die Leiterplatten 46 durch den Reflowofen 40 in Richtung eines Pfeiles 47 transportiert werden. Nach dem Verlassen des Reflowofens 40 sind häufig Kühlgebläse 48 vorgesehen, die der gezielten Abkühlung der gelöteten Leiterplatten 46 auf Umgebungsbedingungen dienen.

Wie oben bereits beschrieben, stellt bei üblichen Reflowöfen die Temperatur im Innern ein großes Problem dar, insbesondere für Bauteile, deren Gehäuse diesen Temperaturen für die Verweildauer im Ofen nicht widerstehen. Dabei ist zu beachten, dass in einem üblichen Reflowofen 40, wie er beispielsweise in Fig. 5 dargestellt ist, oberhalb des Transportbandes 45 eine Temperatur von bis zu 220°C herrscht. Eine solche Temperatur können übliche Kunststoffgehäuse an Winkelsteckern, TO- oder DIL-Gehäuse der THT-Ausführung (siehe dazu auch Fi. 1) nicht überstehen, ohne sich zu deformieren und damit die Funktionalität der Bauteile in Frage zu stellen.

Fig. 6 ist eine schematische Darstellung vom Ablauf eines bevorzugten Verfahrens nach der Erfindung zur Bestückung und Lötung von Bauteilen. Mit diesem Verfahren ist es möglich, nunmehr auch thermisch kritische Bauteile im Reflowofen zu löten. Betrachtet wird im einzelnen die Bestückung und Lötung einer mit SMD- und PIH-Bauteilen beidseitig bestückten Leiterplatte (siehe dazu beispielsweise Fig. 9). Nach einem Lotpastendruck 50 auf eine erste Seite der Leiterplatte wird eine automatische SMD-Bauteil-Bestückung 51 vorgenommen, die zum Reflowlöten 52 in und durch einen Reflowofen geschickt werden. Nachdem die Leiterplatte abgekühlt ist, wird eine Bestückung 53 von THT-Bauteile und anderen thermisch kritische Bauteilen auf der ersten Seite der Leiterplatte vorgenommen. Diese Bauteile sind bereits oben, insbesondere im Beschreibungstext zur Fig. 4 unter dem Stichwort "exotische Bauteile" beschrieben worden. Diese Bauteile werden auf der ersten Seite bestückt, dass heißt, dass bei den THT-Bauteilen die Anschlusspins bzw. -Drähte durch die entsprechenden Bohrungen und durch die Leiterplatte hindurch gesteckt werden, so dass sie auf der zweiten Seite herausstehen. Vorzugweise werden schwere exotische Bauteile oder solche mit ungleichmäßiger Masseverteilung, die zum Kippen neigen, entweder durch Klebstoff fixiert oder sie werden durch Halterungen, wie zum Beispiel Snap-in-Befestigungen in der gewünschten Lage gehalten. Bei kleinen bzw. leichten Bauteilen kann es auch ausreichen, die jeweiligen Anschlussdrähte bzw. Anschlusspins auf der anderen, der zweiten

Seite der Leiterplatte zu konfektionieren, insbesondere so zu biegen, dass die Bauteile in ihrer Position fest geklemmt werden.

Für eine Konfektionierung 54 der Anschlussdrähte bzw. Anschlusspins der THT-Bauteile wird die Leiterplatte so gedreht, dass ihre erste Seite nach oben weist und die sogenannten exotischen Bauteile nach unten weisen, also unterhalb der Leiterplatte angeordnet sind. Falls erforderlich werden die Anschlussdrähte bzw. Anschlusspins der THT-Bauteile gekürzt und/oder so geklinscht, d.h. so gespreizt oder gebogen, dass die THT-Bauteile in ihrer Überkopffposition nicht aus der Leiterplatte herausfallen und in ihrer Position gehalten werden. Durch das Kürzen der Anschlussdrähte bzw. Anschlusspins der THT-Bauteile wird zudem erreicht, dass sie nur noch wenig über die Leiterplatte hinausstehen und so einen nachfolgenden Auftrag 55 der Lotpaste, vorzugsweise mittels Drucken, auf der zweiten Seite der Leiterplatte behindern. Bei lang hervorstehenden Anschlussdrähten bzw. Anschlusspins besteht die Gefahr, dass sie in die Ebene des zum Auftragen der Lotpaste notwendigen Drucksiebes hineinragen oder dessen Positionierung verhindern.

Natürlich ist es auch denkbar, dass besonders schwere THT-Bauteile oder solche mit einer ungünstigen Masseverteilung durch Klebstoff auf der ersten Seite der Leiterplatte fixiert werden.

Nach der Konfektionierung der Anschlussdrähte bzw. Anschlusspins der THT-Bauteile wird eine automatische Bestückung 56 von SMD-Bauteilen und danach von PIH-Bauteilen 57 auf der zweiten Seite der Leiterplatte vorgenommen. Vorzugsweise werden solche PIH-Bauteile verwendet, die durch eine Art "Nassklebekraft" der Lotpaste gehalten werden und bei denen keine zusätzlichen Maßnahmen zur Fixierung ihre Lage und am gewünschten Ort erforderlich sind. Anschließend wird die auf der zweiten Seite nunmehr bestückte Leiterplatte in einen Reflowofen nach der Erfindung, beispielsweise einen solchen nach Fig. 7, gegeben und dort gelötet 58.

Ein in Fig. 7 dargestellter Reflowofen 60 umfasst ein Gehäuse 61, das ähnlich dem in Fig. 5 dargestellten Reflowofen 40 in mehrere Kammern 62 unterteilt ist. In den meisten Kammern 62 sind Wärmetauscher 63 und Gebläse 64 vorgesehen, um den Wärmefluss im Reflowofen 60 zu kontrollieren und um dadurch in gewünschter Weise die Leiterplatte(n) 66 vor dem eigentlichen Lötvorgang zu erwärmen und um die zum Löten erforderliche Energie an und auf die

Leiterplatte(n) 66 zu bringen. Im Gegensatz zum herkömmlichen Reflowofen 40 nach Fig. 5 sind die Leiterplatten 66 auf Rahmen 67 oder ähnlichen Strukturen auf dem Transportband 65 angeordnet. Diese Rahmen 67 ermöglichen einen größeren Abstand der Leiterplatten 66 als üblich zum Transportband 65, so dass bei Leiterplatten 66, bei denen die erste Seite mit relativ sperrigen THT- oder anderen "exotischen" und thermisch kritischen Bauteilen, wie zum Beispiel Transformatoren 2, Stecker 7 und 7 oder Drehschaltern 5 der Leiterplatte nach Fig. 1, bestückt sind, diese letzteren trotz ihrer Größe zwischen Transportband 65 und Leiterplatten 66 Platz finden. Bei herkömmlichen Reflowöfen ist der Raum zwischen Transportband und Leiterplatte nur für SMD-Bauteile ausgelegt, relativ große THT-Bauteile können nur auf der dem Strom von Wärmeenergie zugewandten Seite der Leiterplatten verlötet werden. Dann können aber, wie oben beschrieben, nur solche THT-Bauteile verwendet werden, deren Gehäuse im Reflowofen thermisch beständig sind. Stehen keine solchen THT-Bauteile zur Verfügung oder sind sie unverhältnismäßig teuer, so bleibt nur die Lösung, diese Bauteile separat zu löten, beispielsweise manuell oder in einem Wellenlötbad, das eine punktförmige Lötung erlaubt.

Die Erfindung erlaubt jedoch auch THT-Bauteile mit thermisch kritischen Gehäusen oder sonst wie thermisch empfindliche THT-Bauteile durch den Reflowofen 60 zu transportieren und dort zu löten. Die wesentliche Idee dabei ist, dass die zweite Seite der Leiterplatten 66, also dort wo gelötet werden soll, der Einwirkung des zum Löten erforderlichen Stroms von Wärmeenergie ausgesetzt ist, während ihre erste Seite mit den darauf befindlichen THT- oder anderen "exotischen" und thermisch kritischen Bauteilen zum Transportband 65 weist. Die Leiterplatten 66 selbst schirmen die thermisch kritischen Bauteile gegenüber der Wärmeenergie ab. Um dies zu erreichen, werden die Leiterplatten 66 vorzugsweise, wie bei dem Reflowofen 60 in Fig. 7 dargestellt, horizontal ausgerichtet, wobei die zweite zu verlötende Seite nach oben zur einwirkenden Wärmeenergie weist und die thermisch kritischen Bauteile sich unterhalb der Leiterplatten 66 befinden. Die thermisch kritischen Bauteile werden dabei sozusagen "überkopf" und zusammen mit den auf der zweiten Seite der Leiterplatten bestückten SMD- und PIH-Bauteilen gelötet.

In Abhängigkeit vom Platz in den einzelnen Kammern 62 des Reflowofens 60 und von der Anordnung der Wärmetauscher und Gebläse können die Leiterplatten auch in anderer Weise angeordnet durch den Reflowofen transportiert werden, wenn sichergestellt ist, dass die zum Löten erforderliche Wärmeenergie in

gewünschter Weise auf die zu verlötende Seite der Leiterplatten trifft und die Leiterplatten selbst die thermisch kritischen Bauteile verdecken und gegenüber dem Strom der Wärmeenergie abschirmen. So ist es denkbar, die Wärmequellen bzw. -Zufuhr seitlich im Reflowofen anzuordnen und von der Seite her auf die zu lötende Seite der Leiterplatten einwirken zu lassen, wobei die Leiterplatten 66 dabei geneigt oder sogar vertikal angeordnet durch den Reflowofen zu transportieren.

Im Vergleich zu dem in Fig. 5 dargestellten Reflowofen 40 weist der in Fig. 5 dargestellte Reflowofen 60 wenigstens einen Quarzstrahler 68 auf. Der bzw. die Quarzstrahler 68 erlauben es, die in den zum Löten dienenden Kammern 62 im Reflowofen 60 herrschende Temperatur auf eine unterhalb der zum Löten der Bauteile erforderliche Temperatur zu senken. Die Quarzstrahler liefern eine Infrarot-Strahlung, die dann als zusätzliche Energiestrahlung an den Lötstellen auf der zu lötenden Seite der Leiterplatten 66 die zum Löten erforderliche Energie zur Verfügung stellt. Durch diese Maßnahme wird die im Reflowofen 60 insgesamt herrschende Temperatur beschränkt sowohl auf der zu lötenden Seite als auch auf der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatten 66, wo die thermisch kritischen Bauteile sind. Diese Bauteile können von den Leiterplatten 66 noch besser gegen die zur Lötung verwendete Infrarotstrahlung der Quarzstrahler 68 abgeschirmt werden.

Es hat sich gezeigt, dass allein dadurch, dass bei thermisch kritischen Bauteile auf der ersten Seite der Leiterplatte 66 und damit durch die Leiterplatte 66 selbst von der zum Löten erforderliche Wärmeenergie thermisch getrennt angeordnet sind, ein Temperaturunterschied zwischen der ersten und der zweiten Seite der Leiterplatte von etwa 28°C bis ca. 35°C erreichbar ist. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Leiterplatte auf der Oberfläche nicht zu viel Kupfer, also Leiterbahnen, aufweist.

Bei vielen Bauteilen mit einem an sich gegenüber den auf der Oberseite von Leiterplatten beim Löten herrschenden Temperaturen kritischen Gehäuse reicht der oben erwähnte Temperaturunterschied von 28° bis 35°C zwischen der ersten und der zweiten Seite der Leiterplatte bereits aus, um die thermisch kritischen THT-Bauteile im Reflowofen verlöten zu können, ohne dass die Gehäuse bzw. die Bauteile selbst durch die Temperatur beschädigt oder sogar zerstört werden. Sollte diese Temperaturdifferenz nicht ausreichen, ist es beispielsweise möglich,

die bei dem Reflowofen 60 nach Fig. 7 unterhalb des Transportbandes 65 in der letzten oder den letzten zwei ausgangsseitigen Kammern 62 angeordneten Gebläse 64 und/oder Wärmetauscher 63 zur Kühlung der unten liegenden ersten Seite der Leiterplatte 66 und der darauf befindlichen thermisch kritischen Bauteile heranzuziehen. Zusätzlich ist es auch denkbar den in Fig. 7 dargestellten Reflowofen nach der Erfindung im unteren Teil der Kammern mit aktiven Kühlelementen auszustatten, die die auf der ersten, untenliegenden Seite der Leiterplatten befindlichen thermisch kritischen Bauteile aktiv kühlen, beispielsweise mittels eines darauf gerichteten abgekühlten Luftstroms. Es ist klar, dass diese Kühlmaßnahmen eine effiziente thermische Trennung zwischen der zu verlötenden zweiten Seite der Leiterplatte und ihrer ersten Seite verlangen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die dann erzielte Temperaturdifferenz zwischen der ersten und der zweiten Seite der Leiterplatte nicht zu solchen Spannungen in der Leiterplatte führen, die sie dann zerstören können. Die oben beschriebenen Infrarotstrahler 68 (siehe Fig. 7) sind besonders für eine im wesentlichen punktförmige Erwärmung der Leiterplatte an den zu löten Stellen geeignet. Mit ihnen ließe sich die durchschnittliche Temperatur auf der gesamten zweiten Seite der Leiterplatte - ob mit oder ohne aktive Kühlung - so einstellen, dass die Temperaturdifferenz zwischen erster und zweiter Seite der Leiterplatte gerade hinreichend ist, um eine Schädigung der thermisch kritischen Bauteile der ersten Seite zu vermeiden, ohne dass gefährliche Wärmespannungen die Leiterplatte selbst beeinträchtigen.

Die Fig. 8 und 9 sind schematische Darstellungen von bevorzugten Anordnungen verschiedener Bauteile auf einer Leiterplatte nach der Erfindung. Die Zeichnung zeigt jeweils eine solche Leiterplatte 70, nachdem sie in einem Reflowofen, vorzugsweise in einem solchen nach der Erfindung, beispielsweise in einem Reflowofen 60 nach Fig. 7, gelötet worden ist.

Auf ihrer ersten Seite 71 sind bei den hier beispielhaft dargestellten Leiterplatten 70 zwei verschiedene SMD-Bauteile 73a und 73b bestückt, die beispielsweise, wie oben beschrieben, als erstes im Reflowlötoven gelötet werden. Die danach auf der ersten Seite 71 bestückten THT-Widerstände 75 und ein THT-Winkelstecker 76 (siehe Fig. 8) werden nach Wenden der Leiterplatte und Bestückung der zweiten Seite 72 der Leiterplatte 70 mit verschiedenen SMD-Bauteilen 74a und 74b zusammen im Reflowofen gelötet und zwar vorzugsweise in der in Fig. 8 dargestellten horizontalen Position der Leiterplatte 70 die selbst als Abschirmung

der thermisch empfindlichen THT-Widerstände 75 und des Winkelsteckers 76 gegenüber der auf die zweite Seite 72 der Leiterplatte 70 wirkenden Wärmeenergie dient.

Es hat sich gezeigt, dass das geschilderte erfindungsgemäße Lötverfahren auch zur Lötung von thermisch kritischen PIH-Bauteilen herangezogen werden kann. Dies wird durch die Leiterplatte 70 in Fig. 9 veranschaulicht, bei der thermisch kritische PIH-Widerstände 78 und ein PIH-Winkelstecker 79 statt der entsprechenden THT-Bauteile 75 und 76 nach Fig. 8 verwendet werden. Sollen die für die PIH-Anwendung mit entsprechend gekürzten Anschlussdrähten bzw. -Pins versehenen PIH-Bauteilen 78, 79 in Fig. 9 ist jedoch für eine "Überkopf-Lötung im Reflowofen sicherzustellen, dass sie nicht aus den PIH-Lötstellen herausfallen wenn die Nassklebekraft der dort aufgebrachte Lotpaste nicht ausreichen sollte, die PIH-Bauteile 78, 79 auch vor dem Löten in einer Überkopf-Position zu halten. Die PIH-Bauteile 78, 79 können beispielsweise mit Klebstoff fixiert werden oder die PIH-Sacklöcher, in die die Anschlussdrähte bzw. -Pins der PIH-Bauteile 78, 79 gesteckt werden, sind bei den einzelnen PIH-Bauteilen 78, 79 so angeordnet bzw. beabstandet, dass die Anschlussdrähte bzw. -Pins der PIH-Bauteile 78, 79 so gebogen werden müssen, dass sie die PIH-Bauteile 78, 79 in den PIH-Sacklöchern verklemmen.

Die Fig. 10a und 10b veranschaulichen einen besonderen zusätzlichen Vorteil, der mit dem erfindungsgemäßen Löt- und Bestückungsverfahren beim Löten von THT-Bauteilen erreicht wird. Fig. 10a stellt eine mit einem THT-Bauteil 81 bestückte Leiterplatte 80 dar, dessen Anschlussdraht 82 durch eine gewünschte metallisierte Durchführung 83 gesteckt wurde, nachdem diese vorher mit einer Lotpaste 84 versehen war. Die üblicherweise in einer Art Tropfen auf der metallisierten Durchführung 83 aufliegenden und sie verschließenden Lotpaste 84 wird beim Durchstecken des Anschlussdrahts 82 durch die metallisierte Durchführung 83 ebenfalls durchstoßen und geteilt. Ein Teil des Lotpaste 84 verbleibt auf der oberen Seite der metallisierten Durchführung 83, der andere Teil bildet einen Tropfen oder eine Art Kugel auf bzw. an der Spitze des Anschlussdrahts 82.

Bei einem THT-Bauteil, das in diesem Falle für eine Lötung in einem üblichen Reflowofen geeignet ist und das in der in Fig. 10a dargestellten Position, also oben auf der horizontal ausgerichteten Leiterplatte angeordnet in den Reflowofen gebracht wird, erweicht und fließt die Lotpaste 84 infolge Wärmeeinfluss im

Reflowofen, wobei häufig der Tropfen oder die Kugel Lotpaste an der Spitze des Anschlussdrahts 82 infolge der Schwerkraft herabtropft. Wenn die restliche oben auf der metallisierten Durchführung 83 aufliegende Lotpaste 84 nicht ausreicht, um beim Löten einen Zwischenraum um den Anschlussdraht 82 herum und in der Durchführung 83 zu füllen, kann von einer mangelhaften Lötstelle ausgegangen werden.

Der große Vorteil beim erfindungsgemäßen Löt- und Bestückungsverfahren, bei dem die THT-Bauteile und insbesondere die thermisch kritischen THT-Bauteile im Reflowofen überkopf gelötet werden, zeigt sich bei dem in Fig. 10b dargestellten Resultat nach der Lötung. Im Reflowofen fließt unter Wärmeeinfluss der Tropfen oder die Kugel Lotpaste an der Spitze des Anschlussdrahts 82 (siehe Fig. 10a) infolge der Schwerkraft in die metallisierte Durchführung 83 zurück, wo er sauber verlötet und eine sichere Lötstelle bildet.

In den Fig. 11 und 12 ist eine weitere Ausführung einer erfindungsgemäßen Leiterplatte 90 dargestellt und zwar während des Lötens in einem Reflowofen, vorzugsweise ein Reflowofen nach der Erfindung. Auf der Leiterplatte ist jeweils in den Fig. 11 und 12 ein thermisch empfindliches, relativ schweres THT-Bauteil 91 mit Anschlussdrähten 94 bestückt, das, wie oben beschrieben durch Klebepunkte 93, also Punkte aus geeignetem Klebstoff, auf der Leiterplatte 90 fixiert wurde, bevor die Leiterplatte 90 in der in den Fig. 11 und 12 dargestellten horizontalen Position in den Reflowofen gebracht wurde. Ohne Klebung würde das relativ schwere THT-Bauteil 91 von Leiterplatte 90 abfallen. Klebungen dieser Art sind immer dann vorteilhaft, wenn das THT-Bauteil 91 nicht durch andere Maßnahmen, wie beispielsweise durch Klinschen der Anschlussdrähte 94 und durch Verklemmen auf der Leiterplatte 90 in der gewünschten Position fixiert werden kann. Diese und andere Arten der Fixierung eines solchen THT-Bauteils sind bereits oben beschrieben worden.

Um zwischen der oberen Seite der Leiterplatte 90, die zu einer durch Pfeile 96 veranschaulichten, zum Löten benötigten Wärmeenergiezufuhr gerichtet ist, und der gegenüberliegenden, von der Wärmeenergiezufuhr abgewandten Unterseite der Leiterplatte eine Temperaturdifferenz zu erreichen, die sicherstellt, dass die thermisch kritischen Bauteile auf der Unterseite nicht beschädigt werden, können erfindungsgemäß, wie die Fig. 11 und 12 veranschaulichen, auch verschiedene

Mittel zur Abdeckung 98 und 99 verwendet werden, die auf der Oberseite der Leiterplatte angebracht werden.

Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten, um die gewünschte und zum Schutz der thermisch kritischen Bauteile 91 auf der Unterseite der Leiterplatte 90 erforderliche Temperaturdifferenz einzustellen. Einerseits kann die von der Wärmeenergiezufuhr 96 auf der Oberseite der Leiterplatte 90 hervorgerufene Temperatur gerade auf die zum Löten der gewählten Lotpaste erforderliche Minimaltemperatur eingestellt werden. Damit lassen sich bei entsprechenden Layout der Leiterplatte, wie oben beschrieben, allein durch die Abschirmwirkung der Leiterplatte selbst, Temperaturdifferenzen zwischen Ober- und Unterseite der Leiterplatte 90 von etwa 28°C bis 35°C erzielen. Da die Löttemperatur bereits am unteren Grenzwert eingestellt wurde, reicht dies in einigen Fällen bereits aus, um eine Beschädigung der thermisch kritischen Bauteile 91 auf der Unterseite der Leiterplatte 90 zu vermeiden.

Reicht dies nicht aus, so gibt es die Möglichkeit, die thermische Trennung zwischen Ober- und Unterseite der Leiterplatte 90 zu verbessern. Und die Darstellungen der Fig. 11 und 12 zeigen dazu zwei Beispiele von Abdeckungen. In Fig. 11 ist beispielhaft eine Abdeckmaske 98 schematisch dargestellt, mit der die zwischen den zu lötenden Anschlussdrähten 94 "freien" Stellen der Leiterplatte 90 abgedeckt werden. Damit wird im wesentlichen die Aufnahme von Wärmeenergie auf die zu verlötenden Stellen beschränkt und eine übermäßige Erwärmung der gesamten Leiterplatte 90 verringert, so dass weniger Wärmeenergie auf der unteren Seite der Leiterplatte 90 an das thermisch kritische Bauteil 91 abgegeben werden kann. Vorzugsweise besteht eine solche Abdeckmaske aus einem nichtmetallischen Material.

Im Gegensatz dazu werden bei der in Fig. 12 dargestellten Abdeckung 99 gerade die Stellen der Leiterplatte 90 bedeckt, die gelötete werden sollen, d.h. an den Stellen der Anschlussdrähte 94 zum Beispiel. Es hat sich in Versuchen gezeigt, dass mit einer vorzugsweise metallischen Abdeckung 99 geeigneter Dicke unter dieser und damit an den zu lötenden Anschlussdrähte 94 der Fig. 12 eine Art Wärmestau erreicht werden kann, der dazu führt, dass an den derart abgedeckten Lötstellen eine höhere Temperatur erreicht wird, als sie an den nichtbedeckten freien Stellen der Leiterplatte 90 auftritt. Dieser überraschende Effekt einer lokalen überdurchschnittlichen Temperaturerhöhung auf der Leiterplatte ermöglicht trotz

geringer minimaler Wärmeenergiezufuhr ein sicheres Löten der Lötstellen, d.h. der Anschlussdrähte 94 mit der Lotpaste 94 der Fig. 12. Auch auf diese Weise lässt sich die durchschnittliche Wärmeenergieaufnahme der Leiterplatte 90 insgesamt verringern, so dass das eine zum Schutz der thermisch kritischen Bauteile 91 erforderliche thermische Trennung und Temperaturdifferenz zwischen der Ober- und der Unterseite der Leiterplatte 90 einstellen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestücken und Löten einer Leiterplatte mit einer ersten und einer zweiten Seite und mit wenigstens einem bedrahteten elektrischen Bauteil ("THT-Bauteil") mit wenigstens einem Anschlussdraht oder Anschluss-Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Löttechnik thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a) auf der ersten Seite der Leiterplatte wird das THT-Bauteil bestückt und dessen Anschlussdraht bzw. Anschluss-Pin von der ersten Seite her durch eine Bohrung gesteckt, so dass er auf der zweiten Seite der Leiterplatte im Bereich einer mit einer Lotpaste bedruckten Lötkontaktfläche herausgeführt ist; und

b) zur Lötung wird die derart bestückte Leiterplatte in einen Reflow-Ofen gegeben, wobei die mit dem THT-Bauteil bestückte erste Seite wenigstens teilweise von einer die Lötung bewirkenden Wärme- oder Energiezufuhr im wesentlichen abgeschirmt ist.

2. Verfahren zum Bestücken und Löten einer Leiterplatte mit einer ersten und einer zweiten Seite und mit wenigstens einem bedrahteten elektrischen Bauteil ("THT-Bauteil") mit wenigstens einem Anschlussdraht oder Anschluss-Pin und einem für konventionelle automatische Löttechnik thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a) auf der ersten Seite der Leiterplatte wird das THT-Bauteil bestückt und dessen Anschlussdraht bzw. Anschluss-Pin von der ersten Seite her durch eine Bohrung gesteckt, so dass er auf der zweiten Seite der Leiterplatte im Bereich einer mit einer Lotpaste bedruckten Lötkontaktfläche herausgeführt ist; und

b) zur Lötung wird die derart bestückte Leiterplatte in einen Reflow-Ofen gegeben, wobei die mit dem THT-Bauteil bestückte erste Seite thermisch von der zur Lötung auf die zweite Seite der Leiterplatte einwirkenden Wärme- oder Energiezufuhr getrennt ist und wobei durch geeignete Mittel ein Temperaturunterschied zwischen der ersten und der zweiten Seite von wenigstens 28 °C einstellbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem für eine Bestückung der zweiten Seite der Leiterplatte mit wenigstens einem SMD-Bauteil auf dafür vorgesehene Lötkontaktflächen Lotpaste aufgebracht wird und bei dem nach Bestücken der

zweiten Seite der Leiterplatte mit dem SMD-Bauteil dieses zusammen mit dem Anschlussdraht des THT-Bauteils in einem Arbeitsschritt im Reflow-Ofen verlötet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, bei dem auch die erste Seite der Leiterplatte mit wenigstens einem SMD-Bauteil bestückt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, das folgende Verfahrensschritte umfasst:

- a) drucken von Lotpaste auf die erste Seite der Leiterplatte;
- b) bestücken der ersten Seite mit SMD-Bauteilen;
- c) löten der SMD-Bauteile der ersten Seite im Reflow-Ofen;
- d) bestücken der ersten Seite mit wenigstens einem THT-Bauteil;
- e) drucken von Lotpaste auf die zweite Seite;
- f) bestücken der zweiten Seite mit SMD-Bauteilen und
- g) löten von SMD-Bauteilen der zweiten Seite und der bzw. der THT-Bauteile im Reflow-Ofen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem vor dem Drucken der Lotpaste auf die zweite Seite der Leiterplatte Anschlussdrähte der THT-Bauteile konfektioniert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Anschlussdrähte der THT-Bauteile geklinscht oder in anderer Weise so gebogen werden, beispielsweise gesickt, so dass sie das bzw. die betreffenden THT-Bauteile auf der Leiterplatte festklemmen.

8. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Anschlussdrähte vor dem Bestücken der THT-Bauteile so gekürzt werden, dass sie nach dem Bestücken nur geringfügig über die Leiterplatte vorstehen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei dem vor dem Bestücken der THT-Bauteile an den zu bestückenden Stellen Klebstoff zum Fixieren der THT-Bauteile auf der Leiterplatte aufgetragen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Leiterplatte und/oder an wenigstens einem der THT-Bauteile wenigstens eine Fixierhilfe vorgesehen ist, die das betreffende THT-Bauteil nach dem Bestücken mechanisch auf der Leiterplatte befestigt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixierhilfe einen Einschnapp-Mechanismus umfasst.
12. Verfahren nach Anspruch 4, das folgende Verfahrensschritte umfasst:
 - a) drucken von Lotpaste auf die erste Seite;
 - b) auftragen von Klebstoff an den mit THT-Bauteilen zu bestückenden Stellen der ersten Seite;
 - c) bestücken der ersten Seite mit SMD-Bauteilen;
 - d) bestücken der ersten Seite mit THT-Bauteilen;
 - e) löten der SMD-Bauteile der ersten Seite im Reflow-Ofen;
 - f) drucken von Lotpaste auf die zweite Seite;
 - g) bestücken der zweiten Seite mit SMD-Bauteilen und
 - h) löten der Bauteile der zweiten Seite und der THT-Bauteile im Reflow-Ofen.
13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem vor dem Drucken der Lotpaste auf die zweite Seite Anschlussdrähte der THT-Bauteile so konfektioniert werden, dass sie nicht über die Leiterplatten-Oberfläche hinausragen.
14. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Seiten der Leiterplatte mit wenigstens einem Pin-in-hole-Bauteil (PIH-Bauteil) bestückt wird.
15. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem oder den THT-Bauteilen bestückte erste Seite der Leiterplatte im Reflow-Ofen im wesentlichen durch die Leiterplatte selbst von der zur Lötung auf die zweite Seite einwirkende Wärme- oder Energiezufuhr abgeschirmt bzw. thermisch getrennt ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer im wesentlichen horizontalen Anordnung der Leiterplatte beim Durchfahren des Reflowofens zur Lötung der THT-Bauteile oder des THT-Bauteils sich diese bzw. dieses unterhalb der Leiterplatte befinden.
17. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem oder den THT-Bauteilen bestückte erste Seite der Leiterplatte im Reflow-Ofen gekühlt wird.

18. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass im Reflow-Ofen jene Bereiche der Leiterplatte, die wegen eines Leiterplattenlayouts zu überdurchschnittlicher Aufnahme von Wärmeenergie neigen, von einer die Wärmeenergieaufnahme verhindernden oder -verzögernden Abdeckung abgedeckt werden.
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckung aus einem nicht-metallischen Material besteht.
20. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, wo in einem Bereich der Leiterplatte eine überdurchschnittliche Erwärmung durch die die Lötung im Reflow-Ofen bewirkende Wärme- oder Energiezufuhr gewünscht wird, dieser Bereich der Leiterplatte mit einer eine Wärmeenergieaufnahme verbessernden Abdeckung bedeckt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckung aus einem metallischen Material besteht.
22. Reflow-Ofen zum Löten einer Leiterplatte mit einer ersten und einer zweiten Seite und mit wenigstens einem bedrahteten elektrischen Bauteil ("THT-Bauteil") mit wenigstens einem Anschlussdraht oder Anschluss-Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Löttechnik thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem THT-Bauteil bestückte erste Seite der Leiterplatte beim Löten des auf der zweiten Seite der Leiterplatte im Bereich einer mit einer Lotpaste bedruckten Lötkontaktfäche herausgeführten Anschlussdrahts des THT-Bauteils von einer die Lötung bewirkenden Wärme- oder Energiezufuhr abgeschirmt ist.
23. Reflow-Ofen zum Löten einer Leiterplatte mit einer ersten und einer zweiten Seite und mit wenigstens einem bedrahteten elektrischen Bauteil ("THT-Bauteil") mit wenigstens einem Anschlussdraht oder Anschluss-Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Löttechnik thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem THT-Bauteil bestückte erste Seite der Leiterplatte beim Löten des auf der zweiten Seite der Leiterplatte im Bereich einer mit einer Lotpaste bedruckten Lötkontaktfäche herausgeführten Anschlussdrahts des THT-Bauteils von einer zur Lötung auf die zweite Seite der Leiterplatte einwirkenden Wärme- oder Energiezufuhr thermisch

getrennt ist und wobei durch geeignete Mittel ein Temperaturunterschied zwischen der ersten und der zweiten Seite von wenigstens 28 °C einstellbar ist.

24. Reflow-Ofen nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte bei ihrem Transport durch den Reflow-Ofen so angeordnet ist, dass die mit dem oder den THT-Bauteilen bestückte erste Seite der Leiterplatte im wesentlichen durch die Leiterplatte selbst von der zur Lötung auf die zweite Seite der Leiterplatte einwirkenden Wärme- oder Energiezufuhr abgeschirmt bzw. thermisch getrennt wird.

25. Reflow-Ofen nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass darin eine Kühleinrichtung vorgesehen ist, mittels der die mit dem oder den THT-Bauteilen bestückte Seite der Leiterplatte beim Lötvorgang gekühlt wird.

26. Reflow-Ofen nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass er wenigstens eine Infrarot-Strahlenquelle aufweist; die eine die Lötung bewirkenden Wärmeenergie liefert.

27. Leiterplatte für ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass sie so konzipiert bzw. ausgeführt ist, dass sie bei von außen auf die Leiterplatte einwirkender Wärmeenergie lokal vorgebbare Bereiche mit überdurchschnittlicher Wärmeenergieaufnahme ermöglicht.

28. Leiterplatte nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass in den Bereichen mit gewünschter überdurchschnittlicher Wärmeenergieaufnahme eine überdurchschnittlich großer Kupferanteil vorgesehen ist.

29. Leiterplatte für ein Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Mehrschicht-Leiterplatte mit wenigstens einer inneren Schicht ist, die so konzipiert bzw. ausgeführt ist, dass sich in den Bereichen gewünschter überdurchschnittlicher Wärmeenergieaufnahme jeweils ein großflächiger, metallischer und/oder elektrisch leitender Teil befindet.

30. Leiterplatte für ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass sie so konzipiert bzw. ausgeführt ist, dass in den

Bereichen, wo eine unterdurchschnittliche Wärmeenergieaufnahme gewünscht wird, ein unterdurchschnittlicher Kupferanteil vorgesehen ist.

1/5

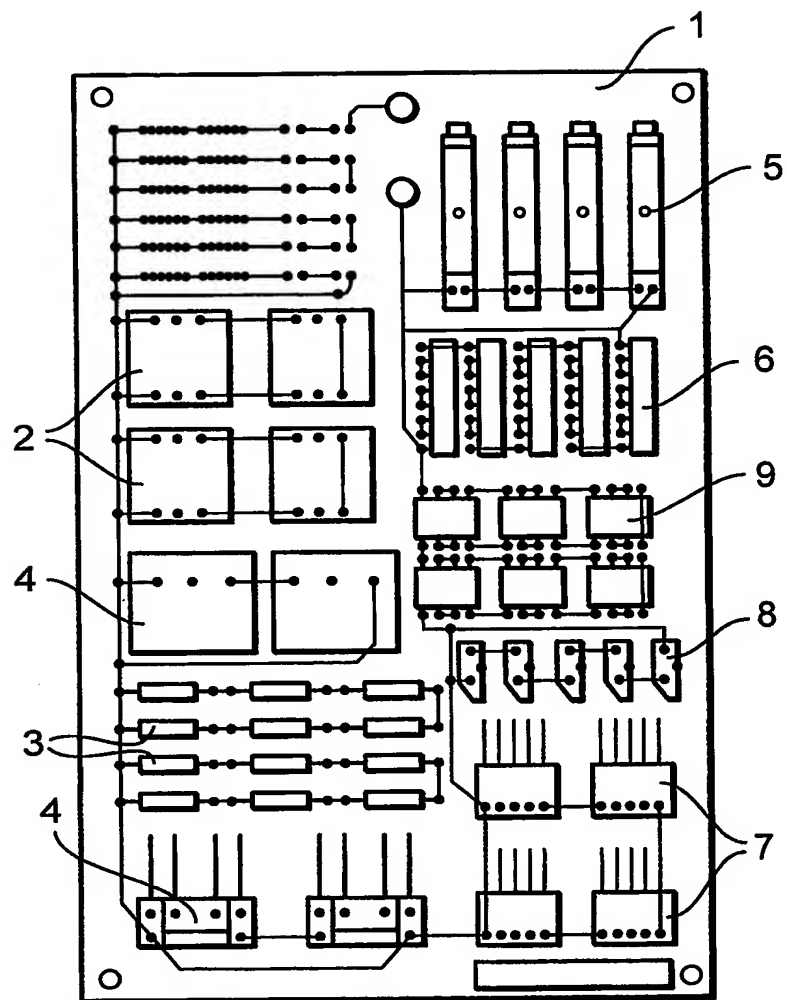


Fig. 1

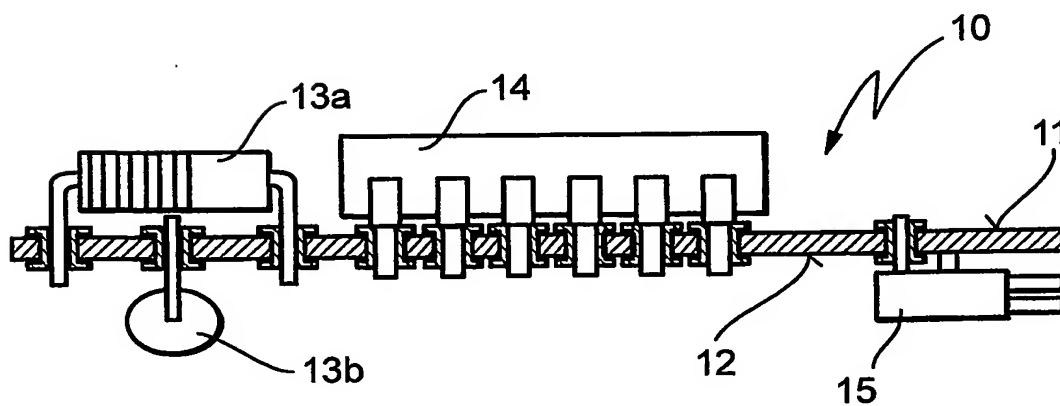


Fig. 2

2/5

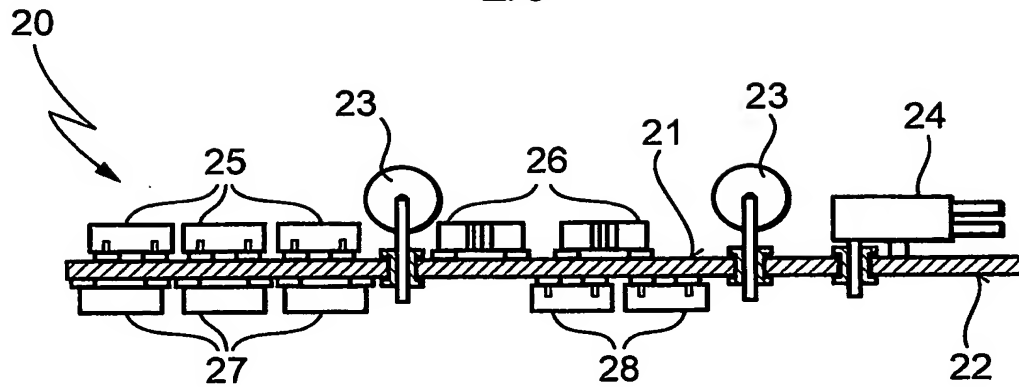


Fig. 3

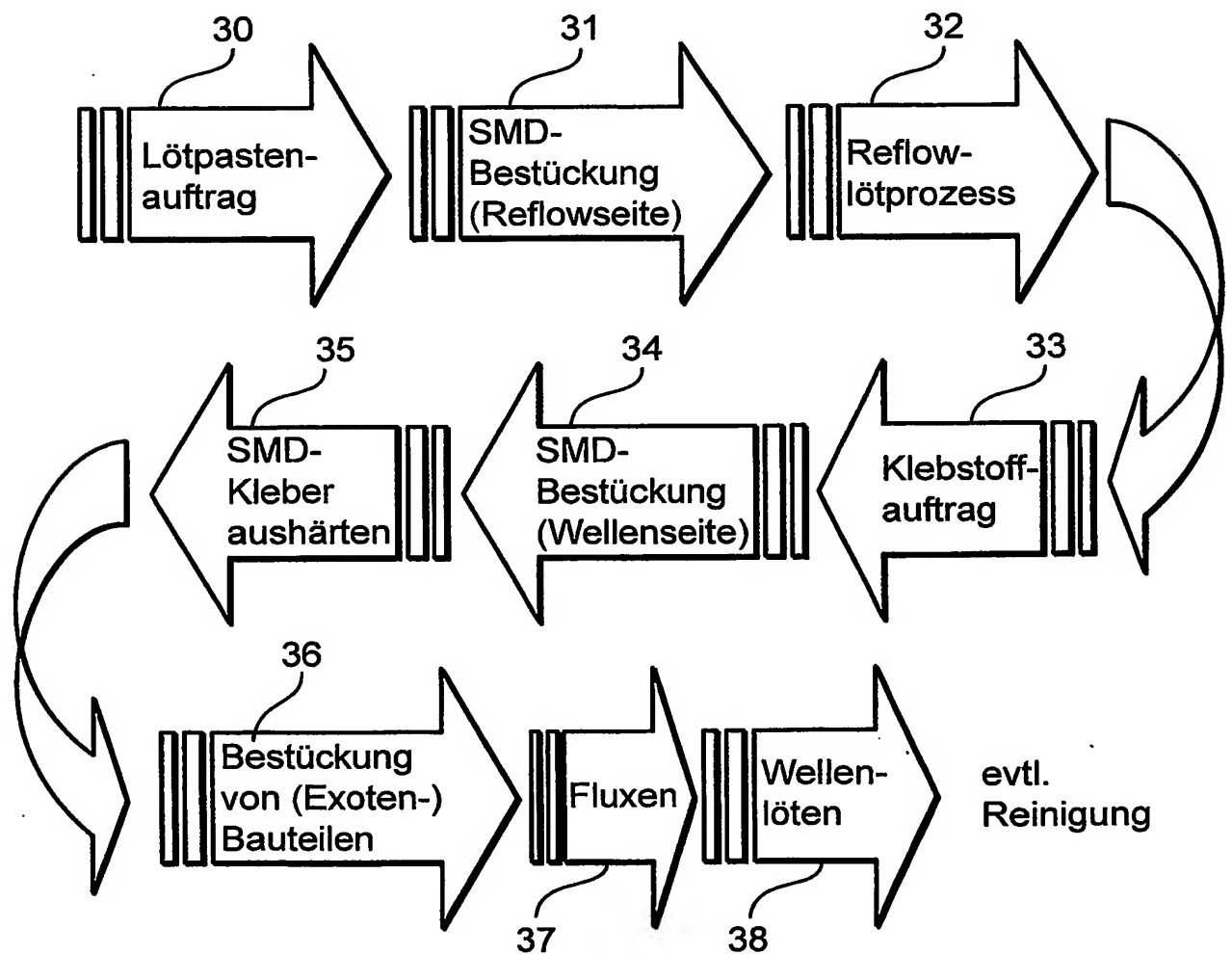


Fig. 4

3/5

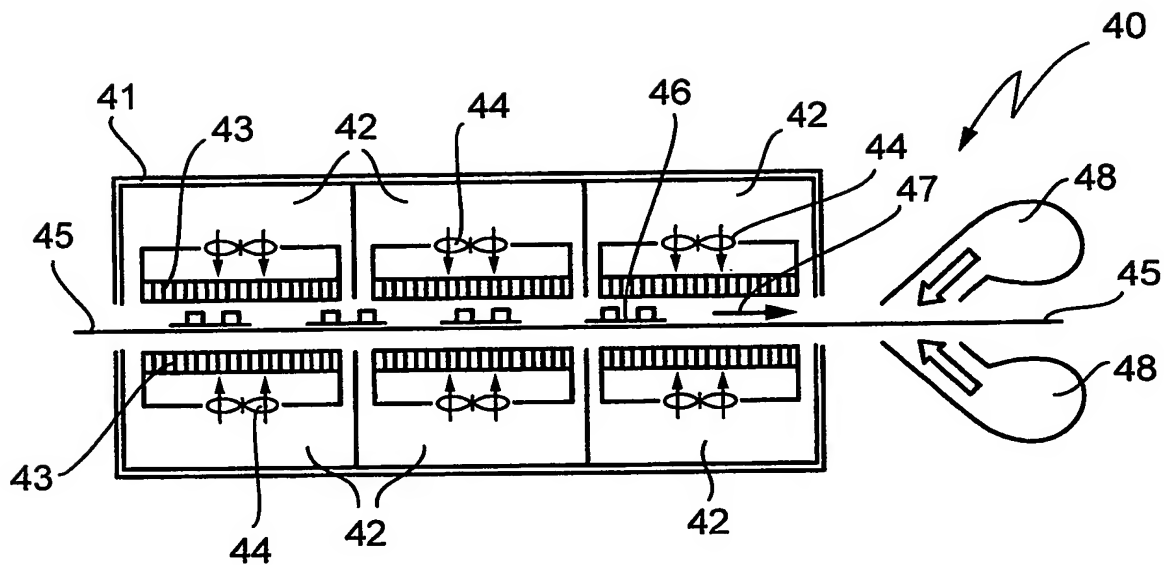


Fig. 5

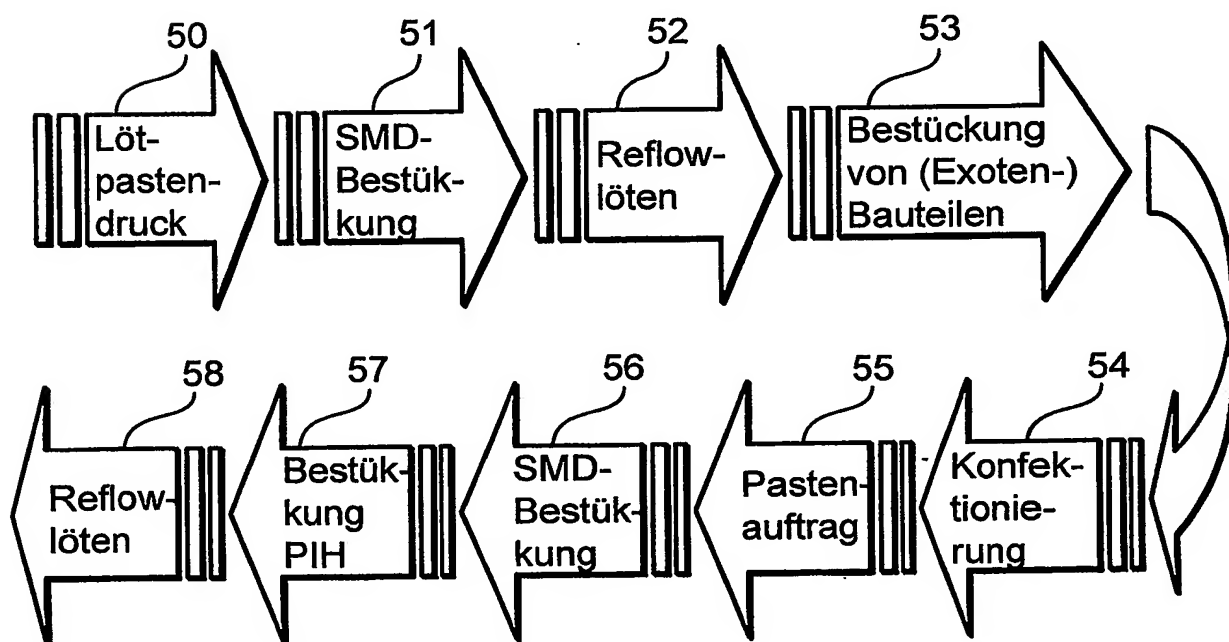


Fig. 6

4/5

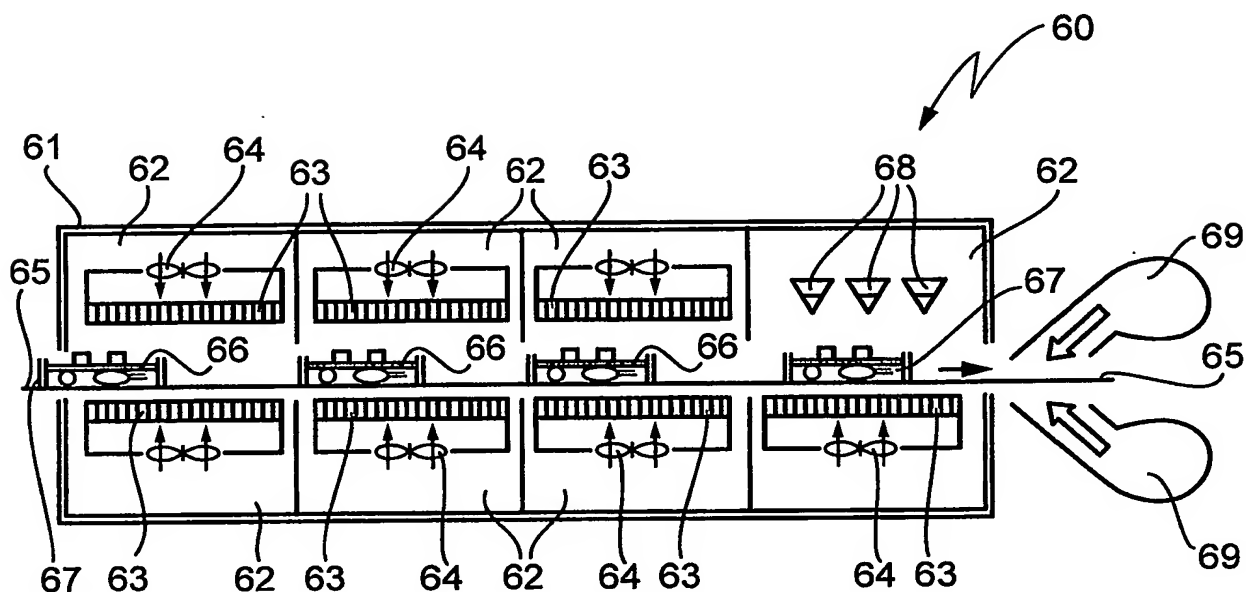


Fig. 7

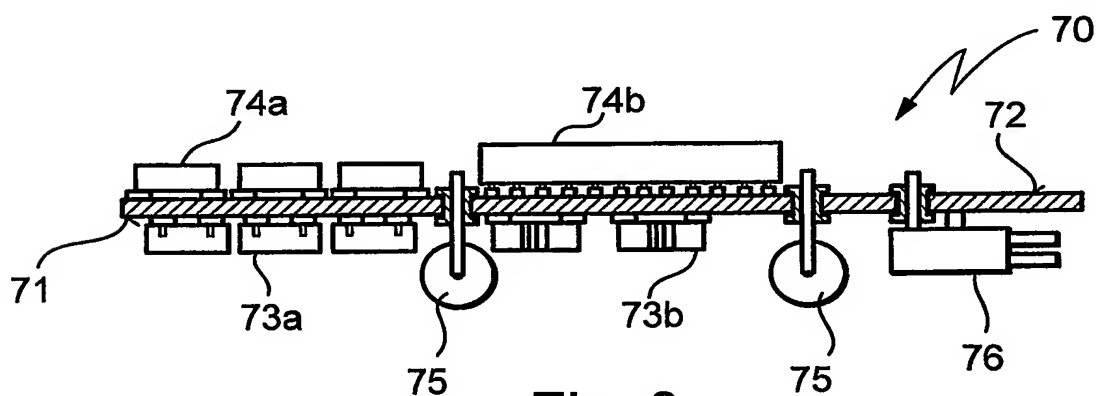


Fig. 8

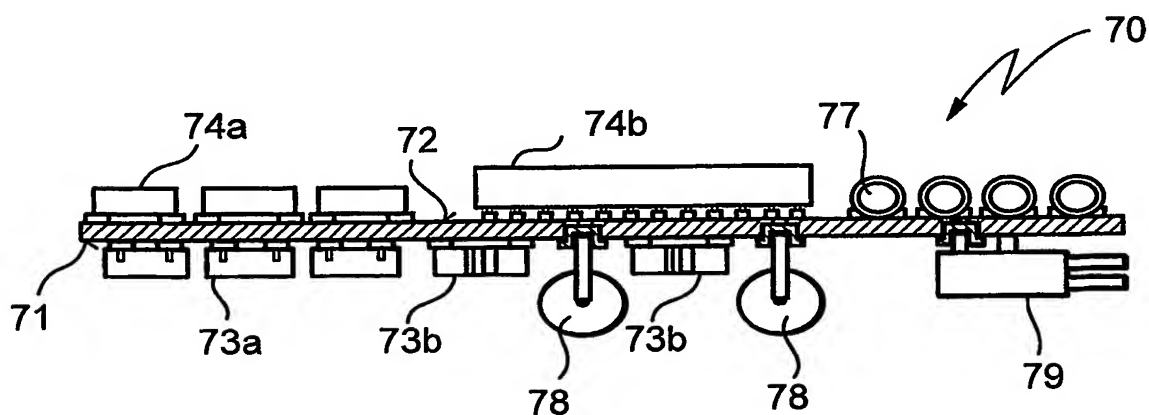


Fig. 9

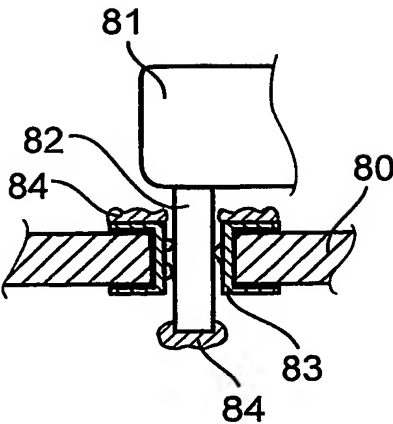


Fig. 10a

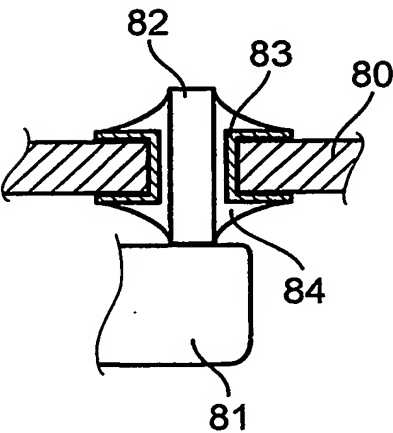


Fig. 10b

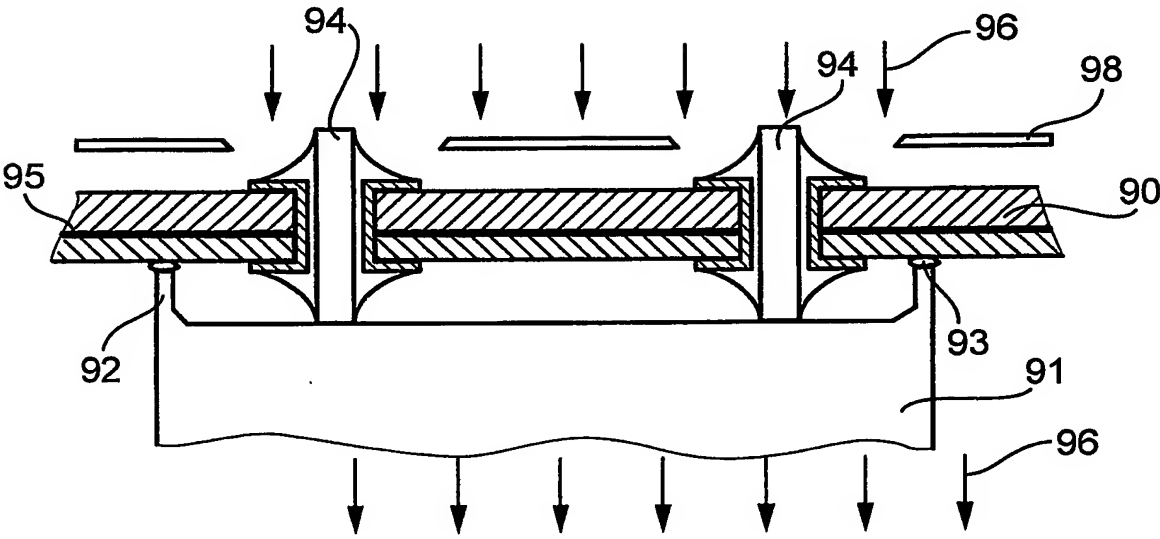


Fig. 11

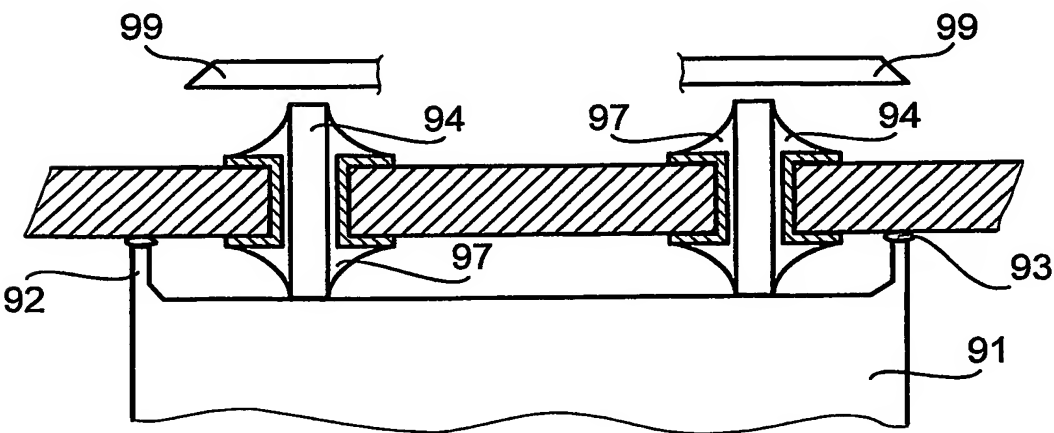


Fig. 12

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. September 2003 (25.09.2003)

PCT

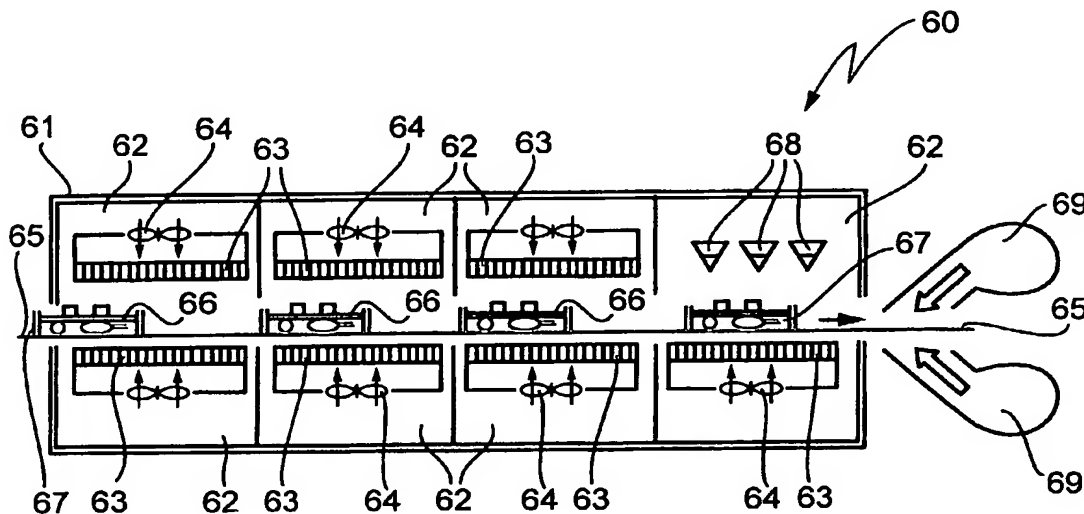
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/079743 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation: **H05K 3/34**,
1/02, B23K 1/008
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/02627
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2003 (15.03.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 11 647.4 15. März 2002 (15.03.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ENDRESS + HAUSER GMBH + CO. KG**
[DE/DE]; Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BIRGEL, Dietmar**
[DE/DE]; Blumenweg 10, 79650 Schopfheim (DE).
- (74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; c/o Endress + Hauser
Deutschland Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse
6, 79576 Weil am Rhein (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR FITTING OUT AND SOLDERING A CIRCUIT BOARD, REFLOW OVEN AND CIRCUIT BOARD
FOR SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESTÜCKEN UND LÖTEN EINER LEITERPLATTE, REFLOWOFEN UND LEITER-
PLATTE FÜR EIN SOLCHES VERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a method for fitting out and soldering a circuit board which is fitted with a wired electric component with at least one connection wire or pin and a thermally critical housing for conventional automatic soldering methods or a cover. The invention also relates to a reflow oven for soldering the circuit board and a circuit board for the above-mentioned method. The invention makes it possible to solder the thermally critical component in the reflow oven by using the circuit board for thermal shielding of the thermally critical THT components in relation to the thermal energy which is required for the soldering and acts upon the circuit board. The circuit boards (66) are, for example, placed on a frame (67) and transported through the reflow oven (60), whereby the thermally critical components are arranged on the lower side of the circuit boards (66) facing away from the thermal energy.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

Recherchenberichts:

24. Dezember 2003

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestücken und Lötten einer Leiterplatte, die mit einem bedrahteten elektrischen Bauteil mit wenigstens einem Anschlussdraht oder -Pin und einem bzw. einer für konventionelle automatische Lötverfahren thermisch kritischen Gehäuse oder Umhüllung bestückt ist. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Reflowofen zum Lötten der Leiterplatte und eine Leiterplatte für das genannte Verfahren. Die Erfindung ermöglicht das Lötten des thermisch kritischen Bauteils im Reflowofen, indem es die Leiterplatte selbst zur thermischen Abschirmung der thermisch kritischen THT-Bauteile gegenüber der auf die Leiterplatte einwirkenden und für die Lötung erforderlichen Wärmeenergie nutzt. Die Leiterplatten 66 werden dazu beispielsweise auf Rahmen 67 aufgesetzt und derart durch den Reflowofen 60 transportiert, dass die thermisch kritischen Bauteile auf der von der Wärmeenergie abgewandten Unterseite der Leiterplatten 66 angeordnet sind.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/02627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H05K3/34 H05K1/02 B23K1/008

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 H05K B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 802 010 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 22 October 1997 (1997-10-22)	1-3, 14-17, 22-26
Y	claims; figures	4,5, 18-21, 27-30
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28 June 1996 (1996-06-28) & JP 08 046348 A (HITACHI CABLE LTD), 16 February 1996 (1996-02-16) abstract	1,3
Y	---	4-7
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 September 2003

Date of mailing of the international search report

11/09/2003

Name and mailing address of the ISA
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mes, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/02627

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 04, 4 August 2002 (2002-08-04) & JP 2001 345548 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 14 December 2001 (2001-12-14) abstract	1-3, 14, 15
Y	abstract	4-7
Y	EP 0 531 126 A (NEC CORP.) 10 March 1993 (1993-03-10) column 2, line 41 - line 48; figures 1-3	18, 19, 30
Y	GB 2 329 073 A (MOTOROLA ISRAEL LTD) 10 March 1999 (1999-03-10) abstract; claims	20, 21, 27-29
X	US 6 123 247 A (SHIBO ET AL.) 26 September 2000 (2000-09-26) the whole document	1-3, 14, 15, 17, 22-26
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 05, 31 May 1999 (1999-05-31) & JP 11 031878 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 2 February 1999 (1999-02-02) abstract -& US 6 493 928 B1 (SHINBO ET AL.) 17 December 2002 (2002-12-17) column 4, line 11 - line 40 column 9, line 59 - column 10, line 40 abstract; figure 22	1-3, 14, 15, 17, 22-25
X	EP 0 469 788 A (NIHON DEN-NETSU KEIKI CO.) 5 February 1992 (1992-02-05) claims; figures	1, 2, 4, 14, 22, 23, 26
A		5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 408 (E-0972), 4 September 1990 (1990-09-04) & JP 02 152297 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 12 June 1990 (1990-06-12) abstract	1, 3, 5-7
A	US 4 515 304 A (BERGER) 7 May 1985 (1985-05-07) the whole document	1, 3-7, 14, 16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 209 (E-1072), 28 May 1991 (1991-05-28) & JP 03 057295 A (FUJITSU LTD), 12 March 1991 (1991-03-12) abstract	1, 3-5, 12
	-/-	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/02627

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 556 550 A (LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES LTT) 14 June 1985 (1985-06-14) the whole document ---	1,3,5,6, 8,9,13, 14,16
A	US 5 070 604 A (BANBA ET A.L.) 10 December 1991 (1991-12-10) the whole document ---	1,3,5,9, 14-16
A	GB 2 308 015 A (ROBERT BOSCH GMBH) 11 June 1997 (1997-06-11) the whole document ---	1,3-5, 10,11, 14-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 11, 26 December 1995 (1995-12-26) & JP 07 221442 A (MITSUMI ELECTRIC CO LTD), 18 August 1995 (1995-08-18) abstract ---	2,10, 14-16
A	US 5 785 233 A (NUTTER ET AL.) 28 July 1998 (1998-07-28) the whole document -----	1-5,15, 17,22-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/02627

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0802010	A	22-10-1997	JP 9283913 A	31-10-1997
			JP 10051130 A	20-02-1998
			DE 69709221 D1	31-01-2002
			DE 69709221 T2	13-06-2002
			DE 69723311 D1	07-08-2003
			EP 0802010 A1	22-10-1997
			EP 0960681 A1	01-12-1999
			US 2002053588 A1	09-05-2002
			US 6402011 B1	11-06-2002
			US 6145734 A	14-11-2000
JP 08046348	A	16-02-1996	NONE	
JP 2001345548	A	14-12-2001	NONE	
EP 0531126	A	10-03-1993	JP 5023569 U	26-03-1993
			AU 655836 B2	12-01-1995
			AU 2216592 A	11-03-1993
			CA 2077499 A1	05-03-1993
			DE 69206534 D1	18-01-1996
			DE 69206534 T2	02-05-1996
			EP 0531126 A1	10-03-1993
			ES 2080448 T3	01-02-1996
			US 5357060 A	18-10-1994
GB 2329073	A	10-03-1999	NONE	
US 6123247	A	26-09-2000	JP 2924888 B2	26-07-1999
			JP 11026928 A	29-01-1999
			CN 1203512 A	30-12-1998
JP 11031878 8	A		NONE	
EP 0469788	A	05-02-1992	JP 2502826 B2	29-05-1996
			JP 4269895 A	25-09-1992
			JP 2502827 B2	29-05-1996
			JP 4271192 A	28-09-1992
			JP 2509373 B2	19-06-1996
			JP 4109695 A	10-04-1992
			DE 69123095 D1	19-12-1996
			DE 69123095 T2	13-03-1997
			EP 0469788 A2	05-02-1992
			US 5180096 A	19-01-1993
JP 02152297 8	A		NONE	
US 4515304	A	07-05-1985	NONE	
JP 03057295 8	A		NONE	
FR 2556550	A	14-06-1985	FR 2556550 A1	14-06-1985
US 5070604	A	10-12-1991	JP 2844778 B2	06-01-1999
			JP 3201589 A	03-09-1991
GB 2308015	A	11-06-1997	DE 29519294 U1	03-04-1997
			FR 2742295 A3	13-06-1997
			IT MI960773 U1	26-05-1998

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/02627

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 07221442 8 A		NONE	
US 5785233 A	28-07-1998	NONE	

PCT/EP 03/02627

5 JUL 73

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 04, 4. August 2002 (2002-08-04) & JP 2001 345548 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 14. Dezember 2001 (2001-12-14)	1-3, 14, 15
Y	Zusammenfassung	4-7
Y	EP 0 531 126 A (NEC CORP.) 10. März 1993 (1993-03-10) Spalte 2, Zeile 41 - Zeile 48; Abbildungen 1-3	18, 19, 30
Y	GB 2 329 073 A (MOTOROLA ISRAEL LTD) 10. März 1999 (1999-03-10) Zusammenfassung; Ansprüche	20, 21, 27-29
X	US 6 123 247 A (SHIBO ET AL.) 26. September 2000 (2000-09-26) das ganze Dokument	1-3, 14, 15, 17, 22-26
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 05, 31. Mai 1999 (1999-05-31) & JP 11 031878 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 2. Februar 1999 (1999-02-02) Zusammenfassung -& US 6 493 928 B1 (SHINBO ET AL.) 17. Dezember 2002 (2002-12-17) Spalte 4, Zeile 11 - Zeile 40 Spalte 9, Zeile 59 - Spalte 10, Zeile 40 Zusammenfassung; Abbildung 22	1-3, 14, 15, 17, 22-25
X	EP 0 469 788 A (NIHON DEN-NETSU KEIKI CO.) 5. Februar 1992 (1992-02-05) Ansprüche; Abbildungen	1, 2, 4, 14, 22, 23, 26
A		5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 408 (E-0972), 4. September 1990 (1990-09-04) & JP 02 152297 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 12. Juni 1990 (1990-06-12) Zusammenfassung	1, 3, 5-7
A	US 4 515 304 A (BERGER) 7. Mai 1985 (1985-05-07) das ganze Dokument	1, 3-7, 14, 16
	-/--	

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 209 (E-1072), 28. Mai 1991 (1991-05-28) & JP 03 057295 A (FUJITSU LTD), 12. März 1991 (1991-03-12) Zusammenfassung	1,3-5,12
A	FR 2 556 550 A (LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES LTT) 14. Juni 1985 (1985-06-14) das ganze Dokument	1,3,5,6, 8,9,13, 14,16
A	US 5 070 604 A (BANBA ET AL.) 10. Dezember 1991 (1991-12-10) das ganze Dokument	1,3,5,9, 14-16
A	GB 2 308 015 A (ROBERT BOSCH GMBH) 11. Juni 1997 (1997-06-11) das ganze Dokument	1,3-5, 10,11, 14-16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 11, 26. Dezember 1995 (1995-12-26) & JP 07 221442 A (MITSUMI ELECTRIC CO LTD), 18. August 1995 (1995-08-18) Zusammenfassung	2,10, 14-16
A	US 5 785 233 A (NUTTER ET AL.) 28. Juli 1998 (1998-07-28) das ganze Dokument	1-5,15, 17,22-26

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/02627

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0802010	A	22-10-1997	JP 9283913 A 31-10-1997
			JP 10051130 A 20-02-1998
			DE 69709221 D1 31-01-2002
			DE 69709221 T2 13-06-2002
			DE 69723311 D1 07-08-2003
			EP 0802010 A1 22-10-1997
			EP 0960681 A1 01-12-1999
			US 2002053588 A1 09-05-2002
			US 6402011 B1 11-06-2002
			US 6145734 A 14-11-2000
JP 08046348	A	16-02-1996	KEINE
JP 2001345548	A	14-12-2001	KEINE
EP 0531126	A	10-03-1993	JP 5023569 U 26-03-1993
			AU 655836 B2 12-01-1995
			AU 2216592 A 11-03-1993
			CA 2077499 A1 05-03-1993
			DE 69206534 D1 18-01-1996
			DE 69206534 T2 02-05-1996
			EP 0531126 A1 10-03-1993
			ES 2080448 T3 01-02-1996
			US 5357060 A 18-10-1994
GB 2329073	A	10-03-1999	KEINE
US 6123247	A	26-09-2000	JP 2924888 B2 26-07-1999
			JP 11026928 A 29-01-1999
			CN 1203512 A 30-12-1998
JP 11031878 8	A		KEINE
EP 0469788	A	05-02-1992	JP 2502826 B2 29-05-1996
			JP 4269895 A 25-09-1992
			JP 2502827 B2 29-05-1996
			JP 4271192 A 28-09-1992
			JP 2509373 B2 19-06-1996
			JP 4109695 A 10-04-1992
			DE 69123095 D1 19-12-1996
			DE 69123095 T2 13-03-1997
			EP 0469788 A2 05-02-1992
			US 5180096 A 19-01-1993
JP 02152297 8	A		KEINE
US 4515304	A	07-05-1985	KEINE
JP 03057295 8	A		KEINE
FR 2556550	A	14-06-1985	FR 2556550 A1 14-06-1985
US 5070604	A	10-12-1991	JP 2844778 B2 06-01-1999
			JP 3201589 A 03-09-1991
GB 2308015	A	11-06-1997	DE 29519294 U1 03-04-1997
			FR 2742295 A3 13-06-1997
			IT MI960773 U1 26-05-1998

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/02627

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 07221442 8 A		KEINE	
US 5785233 A	28-07-1998	KEINE	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.